



PCT/CH 03 / 00839

SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

REC'D 31 DEC 2003

WIPO PCT

### Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

### Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

### Attestazione

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 22. Dez. 2003

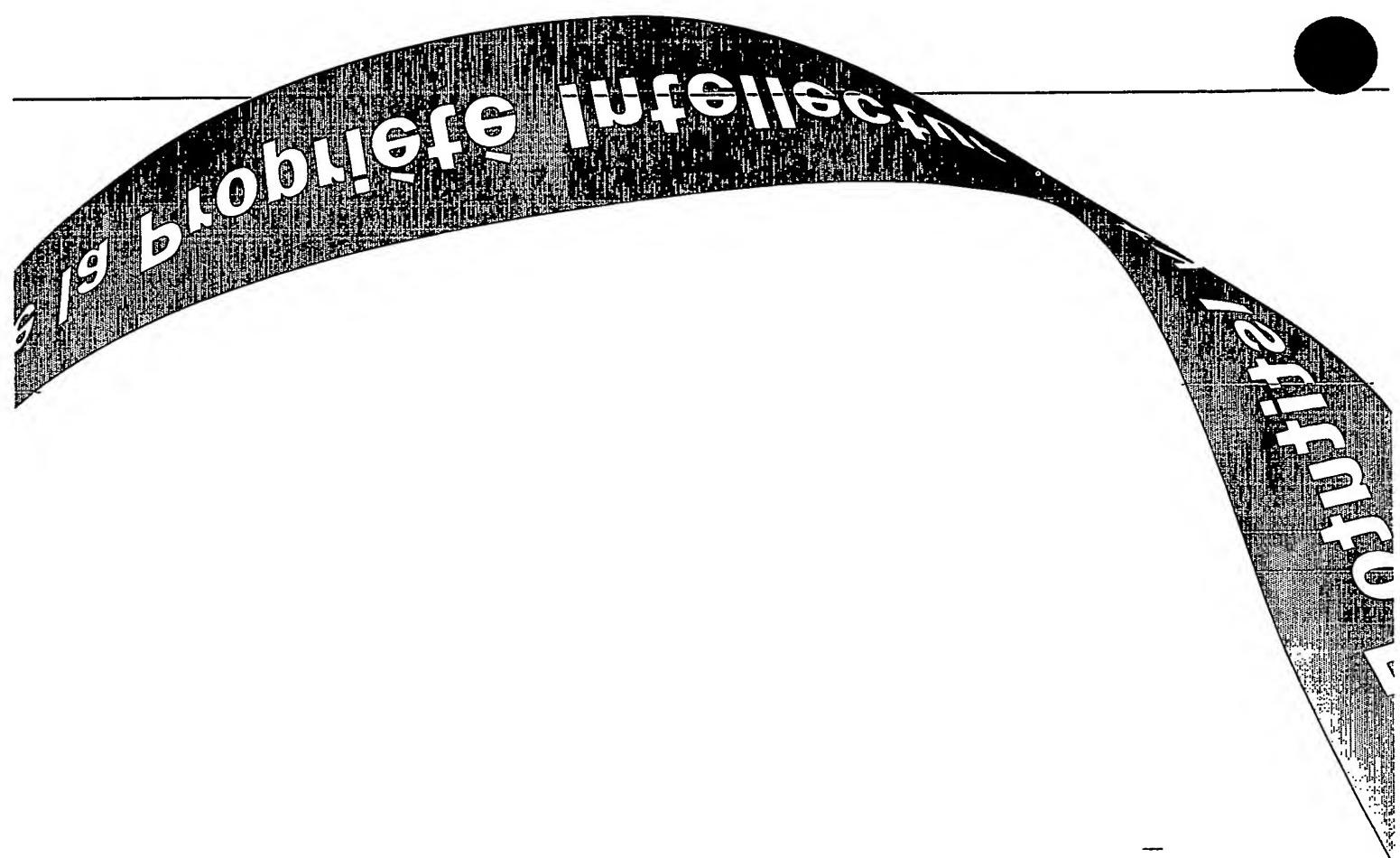
**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

Heinz Jenni

**BEST AVAILABLE COPY**



**Demande de brevet no 2002 2211/02**

**CERTIFICAT DE DEPOT (art. 46 al. 5 OBI)**

L'Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle accuse réception de la demande de brevet Suisse dont le détail figure ci-dessous.

**Titre:**

Procédé et dispositif pour générer en continu du froid et de la chaleur par effet magnétique.

**Requérant:**

ECOLE D'INGENIEURS DU CANTON DE VAUD  
Route de Cheseaux 1  
1400 YVERDON-LES-BAINS

**Mandataire:**

Cabinet Roland Nithardt Conseils en Propriété Industrielle S.A.  
Y-Parc rue Galilée  
1400 Yverdon-les-Bains

**Date du dépôt:** 24.12.2002

**Classement provisoire:** F25B

## PROCEDE ET DISPOSITIF POUR GENERER EN CONTINU DU FROID ET DE LA CHALEUR PAR EFFET MAGNETIQUE

La présente invention concerne un procédé pour générer en continu du froid et de la chaleur par effet magnétique à travers au moins un échangeur de chaleur.

Elle concerne également un dispositif pour générer en continu du froid et de la chaleur par effet magnétique comportant au moins un échangeur de chaleur.

Les dispositifs conventionnels de génération du froid comportent habituellement un compresseur pour comprimer un fluide réfrigérant afin d'élever sa température et des moyens de détente pour décompresser ce fluide réfrigérant afin de le refroidir adiabatiquement. Il se trouve que les gaz couramment utilisés sont extrêmement polluants et leur utilisation comporte des risques de pollution atmosphérique importants. De ce fait, ces gaz ne répondent plus aux exigences actuelles en matière d'environnement.

On connaît déjà des dispositifs utilisant l'effet magnétique pour générer du froid. En particulier le brevet US 4674 288 décrit un dispositif de liquéfaction de l'hélium comprenant une substance magnétisable mobile dans un champ magnétique généré par une bobine et un réservoir contenant de l'hélium et en conduction thermique avec ladite bobine. Le mouvement de translation de la substance magnétisable génère du froid qui est transmis à l'hélium par l'intermédiaire d'éléments conducteurs.

La publication FR-A-2.525.748 a pour objet un dispositif de réfrigération magnétique comprenant une matière magnétisable, un système de génération d'un champ magnétique variable et des moyens de transfert de la chaleur et du froid comportant une chambre remplie d'un réfrigérant liquide saturé. La matière magnétisable génère du froid dans une position dans

laquelle les moyens de transfert de froid extraient le froid de la matière magnétisable par condensation d'un réfrigérant, et la matière magnétisable génère de la chaleur dans une autre position dans laquelle les moyens de transfert de chaleur extraient la chaleur de la matière magnétisable par ébullition d'un autre réfrigérant.

La publication FR-A- 2.586.793 décrit un dispositif comportant une substance destinée à produire de la chaleur lorsqu'elle se magnétise et à produire du froid lorsqu'elle se démagnétise, un moyen de génération d'un champ magnétique variable, ledit moyen génératrice de champ magnétique comportant une bobine supraconductrice et un réservoir contenant un élément à refroidir.

L'efficacité de tels systèmes est extrêmement faible et ne peut pas rivaliser avec les systèmes de réfrigération actuels.

La présente invention se propose de pallier les inconvénients des systèmes connus en offrant un procédé et un dispositif de refroidissement qui n'utilisent pas de fluides réfrigérants polluants et qui ne présentent donc pas les inconvénients des systèmes antérieurs.

Ce but est atteint par le procédé selon l'invention tel que défini en préambule, caractérisé en ce que l'on fait circuler un premier fluide caloporteur dans un premier circuit, dit circuit chaud, connecté à un premier compartiment d'une enceinte contenant un élément rotatif et un second fluide caloporteur dans un second circuit, dit circuit froid, connecté à un second compartiment de ladite enceinte, lesdits compartiments étant juxtaposés et séparés par une cloison, ladite enceinte étant associée à des moyens magnétiques pour générer un champ magnétique dans ledit premier compartiment, au moins dans la zone correspondant audit élément rotatif et ledit élément rotatif comportant au moins un matériau supraconducteur agencé pour subir une élévation de température lorsqu'il passe dans ledit premier compartiment soumis au

champ magnétique et un refroidissement adiabatique lorsqu'il passe dans ledit second compartiment non soumis au champ magnétique, en ce que l'on extrait de la chaleur dudit premier circuit au moyen d'un premier échangeur de chaleur disposé dans ledit circuit et connecté à un circuit d'utilisation de la 5 chaleur, et en ce que l'on extrait du froid dudit second circuit au moyen d'un second échangeur de chaleur disposé dans ledit circuit et connecté à un circuit d'utilisation du froid.

De façon avantageuse, l'on fait circuler les premier et second fluides 10 caloporteurs en sens inverse dans les compartiments de l'enceinte.

Lesdits premier et second fluides caloporteurs peuvent être à l'état liquide ou à l'état gazeux.

15 Dans ce procédé, l'on inverse la position des moyens magnétiques par rapport aux compartiments de l'enceinte pour générer indifféremment du froid et de la chaleur dans l'un desdits compartiments.

Ce but est également atteint par le dispositif selon l'invention tel que défini en 20 préambule, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une enceinte divisée en un premier et un second compartiment juxtaposés et séparés par une cloison, ladite enceinte contenant un élément rotatif, monté transversalement par rapport aux compartiments, tournant autour d'un axe disposé dans le plan de ladite cloison, afin qu'il soit situé simultanément et partiellement dans lesdits premier et second 25 compartiments,
- un premier circuit, dit circuit chaud, connecté audit premier compartiment de ladite enceinte et comprenant un premier échangeur de chaleur, dans lequel circule un premier fluide caloporteur, ledit premier échangeur étant connecté à un circuit d'utilisation de la chaleur,
- un second circuit, dit circuit froid, connecté audit second compartiment de ladite enceinte et comprenant un second échangeur de chaleur, dans 30

- lequel circule un second fluide caloporteur, ledit second échangeur étant connecté à un circuit d'utilisation du froid,
- des moyens magnétiques pour générer un champ magnétique dans ledit premier compartiment, au moins dans la zone correspondant audit élément rotatif, ledit élément rotatif comportant au moins un matériau supraconducteur agencé pour subir une élévation de température lorsqu'il passe dans le premier compartiment soumis au champ magnétique et un refroidissement adiabatique lorsqu'il passe dans le second compartiment non soumis au champ magnétique.

10

Selon la forme de réalisation préférée, lesdits moyens magnétiques peuvent comporter des aimants permanents ou des électroaimants. Ils peuvent également être agencés pour générer un champ magnétique variable.

15 Le dispositif peut comporter des moyens magnétiques complémentaires agencés pour créer un champ magnétique d'isolation isolant le second compartiment du champ magnétique généré par lesdits moyens magnétiques.

De façon avantageuse, lesdits moyens magnétiques sont mobiles, de manière 20 à pouvoir être disposés soit dans une première position dans laquelle ils génèrent un champ magnétique dans l'un desdits compartiments, soit dans une seconde position dans laquelle ils génèrent un champ magnétique dans l'autre desdits compartiments.

25 Dans un mode de réalisation, lesdits moyens magnétiques comportent des premiers électroaimants agencés pour créer un champ magnétique dans ledit premier compartiment, des seconds électroaimants agencés pour créer un champ magnétique dans ledit second compartiment et des moyens de commande agencés pour activer respectivement les premiers ou les seconds 30 électroaimants.

De préférence, les premier et second échangeurs de chaleur sont choisis parmi le groupe constitué par les échangeurs de chaleur du type liquide - liquide, liquide - gaz et gaz - gaz.

5 Dans la forme de réalisation préférée, le premier circuit comporte une première pompe et le second circuit comporte une seconde pompe, ces pompes étant agencées pour faire circuler respectivement les premier et second fluides caloporteurs en sens inverse l'un par rapport à l'autre dans chacun des compartiments.

10

Dans toutes les variantes, l'élément rotatif comporte un ensemble de passages traversants, ces passages étant agencés pour permettre la circulation des premier et second fluides caloporteurs dans ledit élément rotatif.

15

Selon une première forme de réalisation, ledit élément rotatif peut comporter un ensemble de disques empilés, réalisés en des matériaux supraconducteurs différents, chaque disque comportant un ensemble de passages communiquant avec les passages du ou des disques adjacents.

20

Selon une deuxième forme de réalisation, ledit élément rotatif peut comporter un ensemble d'éléments cylindriques creux emboîtés, réalisés en des matériaux supraconducteurs différents, chaque élément cylindrique comportant un ensemble de passages traversants.

25

Dans une troisième forme de réalisation, ledit élément rotatif comporte un ensemble de secteurs angulaires emboîtés, réalisés en des matériaux supraconducteurs différents, ces secteurs angulaires étant isolés les un des autres par des éléments thermiquement isolants, et chaque secteur angulaire 30 comportant un ensemble de passages traversants.

Dans un mode de réalisation particulier, ledit élément rotatif comporte des secteurs angulaires cloisonnés contenant des grains de forme sensiblement sphérique constitués d'au moins un matériau supraconducteur, les passages traversants étant définis par des interstices ménagés entre les grains.

5

Ledit élément rotatif peut également être constitué d'un seul élément de forme cylindrique réalisé en un matériau supraconducteur unique et comportant un ensemble de passages débouchant sur ses deux faces.

- 10 Les passages traversants peuvent être définis par une structure alvéolaire ou par des tubes creux disposés selon l'axe de l'élément rotatif.

Dans une forme de réalisation particulière, lesdits passages traversants sont formés par une structure poreuse dont la porosité est connectée et ouverte.

15

La présente invention et ses avantages apparaîtront mieux dans la description suivante de différents modes de réalisation de l'invention, en référence aux dessins annexés, dans lesquels.

- 20 La figure 1 représente une vue schématique d'une forme de réalisation avantageuse du dispositif selon l'invention,

Les figures 2A et 2B représentent respectivement une vue en coupe longitudinale et en coupe transversale d'une partie du dispositif de la figure 1,

25

Les figures 3A et 3B illustrent respectivement des variantes de réalisation du dispositif selon l'invention, et

- 30 Les figures 4 à 7 représentent, en coupe axiale, plusieurs formes de réalisation de l'élément rotatif du dispositif selon l'invention,

En référence à la figure 1, le dispositif 10 comporte une enceinte 11, comprenant un premier compartiment 12 et un second compartiment 13

juxtaposés et séparés par une cloison 14, dans laquelle est logé un élément rotatif 15 constitué par une roue tournant autour d'un axe 9 disposé dans le plan de ladite cloison 14. Un premier circuit 17a, dit circuit chaud, est connecté au premier compartiment 12 de l'enceinte et comprend un premier échangeur de chaleur 18, dans lequel circule un premier fluide caloporteur, ledit premier échangeur 18 étant connecté à un circuit d'utilisation de la chaleur 19. Un second circuit 17b, dit circuit froid, est connecté au second compartiment 13 de l'enceinte et comprend un second échangeur de chaleur 21, dans lequel circule un second fluide caloporteur, ledit second échangeur 21 étant connecté à un circuit d'utilisation du froid 22. Le dispositif 10 est en outre équipé de moyens magnétiques 16 pour générer un champ magnétique dans le premier compartiment 12, au moins dans la zone correspondant à l'élément rotatif 15. Une première pompe 23 est montée dans le premier circuit 17a et fait circuler le premier fluide caloporteur dans ledit premier circuit 15 et une seconde pompe 24, montée dans le second circuit 17b, fait circuler le second fluide caloporteur dans ledit second circuit.

L'élément rotatif 15 qui, dans cette forme de réalisation, est constitué d'un seul élément cylindrique, est monté transversalement par rapport aux deux 20 compartiments 12 et 13 de telle manière qu'il soit situé simultanément et partiellement dans ledit premier compartiment 12 et dans ledit second compartiment 13. Cet élément rotatif 15 est constitué d'au moins un matériau supraconducteur et comporte des passages traversants 25 débouchant sur ses deux faces et par lesquels les deux parties de chaque compartiment 12 et 25 13 situées de part et d'autre de l'élément rotatif 15 communiquent entre elles.

Les figures 2A et 2B illustrent plus en détail le positionnement des moyens magnétiques 16. L'enceinte 11 est pourvue d'une paroi 11a de faible épaisseur dans la partie centrale de laquelle est ménagé un décrochement 30 constituant le logement 11b de l'élément rotatif 15. La cloison 14 servant à délimiter les deux compartiments 11 et 12 est constituée par une paroi plane, de faible épaisseur en un matériau thermiquement isolant, disposée dans le

plan médian de l'enceinte 11. Cette cloison 14 est discontinue et chaque partie est disposée dans le plan de l'axe de rotation 9 de l'élément rotatif 15. Chacune des extrémités des deux compartiments 12 et 13 est ouverte pour être connectée à un conduit du circuit du fluide caloporteur correspondant.

5 Les moyens magnétiques 16, qui peuvent être constitués soit d'aimants permanents soit d'électroaimants, sont disposés de part et d'autre du logement 11b afin qu'un champ magnétique soit généré uniquement dans la partie du logement 11b qui se situe dans le second compartiment 12. A cet effet, ces moyens magnétiques 16 peuvent être disposés au-dessous et  
10 contre le plan médian passant par la cloison 14. Lorsque le champ magnétique généré par les moyens magnétiques 16 s'exerce au-delà du plan médian séparant les deux compartiments 12 et 13, des moyens magnétiques complémentaires 16a peuvent être prévus pour générer ledit champ magnétique d'isolation dans le plan médian afin d'isoler le second  
15 compartiment 13 du champ magnétique.

L'élément rotatif 15 est monté coaxialement dans le logement 11b sur l'axe 9 passant par le plan médian séparant les deux compartiments 12 et 13. Cet axe 9 est fixé de façon à permettre la rotation de l'élément rotatif 15 au moyen  
20 d'un moteur d'entraînement (non représenté). Le diamètre de l'élément rotatif 15 et le diamètre intérieur du logement 11b sont définis de sorte que ces deux organes ne laissent qu'un faible espace entre eux lorsque cet élément rotatif 15 est monté dans le logement 11b. Ceci permet de limiter le flux du fluide caloporteur qui pourrait passer à travers cet espace pendant le  
25 fonctionnement du dispositif 10. A cet effet, l'élément rotatif peut comporter, sur sa périphérie, un élément d'étanchéité tel qu'un joint. Des joints peuvent également être placés sur les bords intérieurs de la cloison 14 pour rendre les deux compartiments 12 et 13 étanches. Les passages traversants 25 de l'élément rotatif 15 débouchent à leurs deux extrémités sur chacune des faces  
30 de l'élément 15 afin que, lorsque celui-ci est monté dans le logement 11b, ces passages 25 communiquent avec chacune des deux parties de chaque compartiment 12, 13 situées de part et d'autre dudit élément rotatif 15. Ces

passages 25 peuvent être définis par une structure alvéolaire de type nid d'abeille ou formés par des tubes creux disposés selon l'axe 9 de l'élément rotatif 15. Ils peuvent également être définis par une structure poreuse du matériau de l'élément rotatif 15 et dont la porosité est liée et ouverte

5

Le fonctionnement du dispositif 10 est basé sur le procédé dans lequel l'élément rotatif 15 étant mis en rotation au moyen d'un moteur d'entraînement (non représenté), la partie dudit élément rotatif 15 située dans le champ magnétique généré par les moyens magnétiques 16 perd son entropie en subissant une élévation de température adiabatique. Dans le même temps, le premier fluide caloporteur du circuit 17a pompé par la première pompe 19 et circulant dans le sens inverse du second fluide caloporteur du second circuit 17b, entre dans le premier compartiment 12 à une température  $T_{c1}$  donnée et traverse, par l'intermédiaire des passages 15 traversants 25, la partie de l'élément rotatif 15 soumise à l'élévation de température. Le premier fluide caloporteur subit dans cette partie de l'élément rotatif 15 une élévation de température par transfert de chaleur. A la sortie du premier compartiment 12, ledit fluide caloporteur a alors une température  $T_{c2}$  supérieure à  $T_{c1}$ . Le fluide caloporteur du circuit d'utilisation de la chaleur 20 19 entre dans le premier échangeur de chaleur 18 à une température  $T_{cs1}$  et subit à son tour une élévation de température par échange de chaleur avec le premier fluide caloporteur ayant traversé l'enceinte 11 et chauffé par son passage dans le compartiment 12. Le fluide du circuit d'utilisation de la chaleur 19 ressort dudit premier échangeur de chaleur 18 à une température 25  $T_{cs2}$  supérieure à  $T_{cs1}$ . La chaleur emmagasinée par ce fluide caloporteur peut être utilisée pour n'importe quelle application.

Pendant qu'une première partie de l'élément rotatif 15 est soumis à une rotation et subit une élévation de température adiabatique en passant dans le 30 champ magnétique généré par les moyens magnétiques 16, une seconde partie de l'élément rotatif 15 située hors dudit champ magnétique se démagnétise en se refroidissant adiabatiquement. Lorsque ladite première

partie quitte le champ magnétique par rotation de l'élément rotatif en se démagnétisant et se refroidissant adiabatiquement, cette seconde partie est à son tour exposée au champ magnétique et perd son entropie en subissant une élévation de température adiabatique. La partie précédemment soumise à une élévation de température quitte le champ magnétique généré par les moyens magnétiques 16, et se démagnétise en se refroidissant adiabatiquement jusqu'à une température donnée. Dans le même temps, le second fluide caloporteur circulant dans le second circuit 17b dit circuit froid, pompé par la seconde pompe 24, entre dans le second compartiment 13 à une température  $T_{f1}$  donnée et traverse, par l'intermédiaire des passages traversants 25 de l'élément rotatif 15, ladite partie de l'élément soumise à un refroidissement adiabatique. Ce second fluide caloporteur subit un refroidissement dans cette partie de l'élément rotatif 15 et sort du compartiment 13 à une température  $T_{f2}$  inférieure à  $T_{f1}$ . Par ailleurs, le fluide du circuit d'utilisation du froid 22 entre dans le second échangeur de chaleur 21 à une température  $T_{fs1}$  et subit à son tour un refroidissement par échange de chaleur avec le second fluide caloporteur ayant traversé l'enceinte 11 et refroidi par son passage dans le compartiment 13. Ce fluide ressort dudit second échangeur de chaleur 21 à une température  $T_{fs2}$  inférieure à  $T_{fs1}$  pour être utilisé. Le froid emmagasiné par ce fluide peut être utilisé dans n'importe quelle application du froid

La rotation de l'élément rotatif 15 renouvelle alternativement ce cycle de fonctionnement en générant de la chaleur dans le premier échangeur de chaleur 18 et du froid dans le second échangeur de chaleur 21. Pour obtenir un fonctionnement en continu, l'élément rotatif 15 est entraîné à une vitesse de rotation définie en fonction de l'application ainsi que de l'amplitude du champ magnétique et du débit du fluide caloporteur traversant ledit élément rotatif 15.

Le premier fluide caloporteur circulant dans le premier circuit 17a et le second fluide caloporteur circulant dans le second circuit 17b peuvent être constitués

de fluides caloporteurs différents ou être constitués du même fluide. Ils peuvent en outre être soit à l'état gazeux soit à l'état liquide ou être à des états différents selon les applications. En outre, les fluides circulant dans les circuits d'utilisation de la chaleur 19 et du froid 22 peuvent être soit à l'état 5 gazeux soit à l'état liquide, selon les applications. De ce fait, les échangeurs de chaleur 18 et 21 de ce dispositif 10 peuvent être de n'importe quel type connu selon l'état du fluide caloporteur. Ils peuvent être du type liquide - liquide, liquide - gaz ou du type gaz - gaz. A la place de chacun des échangeurs 18 et 21, l'on peut disposer n'importe quel dispositif générant 10 respectivement de la chaleur ou du froid, comme par exemple un radiateur, une pompe à chaleur, un réfrigérateur, un dispositif de climatisation. Il est également possible de faire circuler le fluide du circuit d'utilisation de la chaleur 19 dans le circuit chaud 17a à la place du premier fluide caloporteur pour être directement chauffé dans la partie chaude de l'élément rotatif 15, et 15 de faire circuler le fluide du circuit d'utilisation du froid 22 dans le circuit froid 17b à place du second fluide caloporteur pour être directement refroidi dans la partie froide de l'élément rotatif 15. Dans ce cas, le dispositif ne comporte plus d'échangeurs de chaleur.

- 20 Les figures 3A et 3B représentent schématiquement une variante du dispositif de la figure 1. Ce dispositif diffère du dispositif 10 de la figure 1 en ce qu'il comporte des moyens magnétiques 16 mobiles qui, lorsqu'ils sont placés dans une première position  $P_1$ , c'est-à-dire solidaires du compartiment 13 (fig. 3A) ou dans une seconde position  $P_2$ , c'est-à-dire solidaires du compartiment 12 (fig. 3B), permettent d'intervertir les circuits générant le froid et la chaleur selon les besoins. Les deux positions  $P_1$  et  $P_2$  sont symétriques l'une de l'autre par rapport au plan de la cloison 14. Dans cette variante, les moyens magnétiques 16 sont pourvus d'éléments de fixation 26, tels qu'un axe en U, dont le pivotement de  $180^\circ$  ou la translation, par des moyens de commande 25 connus en soi, permet de passer d'une position à l'autre. De cette manière, un circuit générant du froid lorsque les moyens magnétiques 16 sont dans la position  $P_1$ , génère de la chaleur lorsque ces moyens magnétiques 16 sont 30

placés dans la position P<sub>2</sub> et un circuit générant de la chaleur lorsque les moyens magnétiques 16 sont dans la position P<sub>1</sub>, génère du froid lorsque ces moyens magnétiques 16 sont placés dans la position P<sub>2</sub>.

- 5 Lorsque les moyens magnétiques 16 sont placés dans la position P<sub>1</sub>, la partie de l'élément rotatif 15 soumise à une élévation de température adiabatique par effet magnétique se situe dans le second compartiment 13. Le premier fluide caloporteur circulant dans le second circuit 17b s'échauffe. L'échangeur de chaleur 21 fonctionne alors comme une source de chaleur et délivre de la  
10 chaleur à n'importe quel fluide le traversant. Dans le même temps, la partie de l'élément rotatif 15 qui se démagnétise en se refroidissant adiabatiquement se situe dans le premier compartiment 12. Le premier fluide caloporteur circulant dans le premier circuit 17a se refroidit. L'échangeur de chaleur 18 fonctionne alors comme une source génératrice de froid et peut  
15 délivrer du froid à sa sortie.

En revanche, lorsque les moyens magnétiques 16 sont placés dans la position P<sub>2</sub> par exemple par un pivotement de 180°, la partie de l'élément rotatif 15 qui se démagnétise en se refroidissant adiabatiquement se situe  
20 dans le second compartiment 13. Le second fluide caloporteur circulant dans le second circuit 17b se refroidit. L'échangeur de chaleur 21 fonctionne alors comme une source génératrice de froid et délivre du froid à n'importe quel fluide le traversant. Dans le même temps également, la partie de l'élément rotatif 15 soumise à une élévation de température adiabatique par effet  
25 magnétique se situe dans le premier compartiment 12. Le premier fluide caloporteur circulant dans le premier circuit 17a s'échauffe. L'échangeur de chaleur 18 fonctionne alors comme une source de chaleur et peut délivrer de la chaleur à sa sortie.

- 30 Lorsque les moyens magnétiques 16 sont des électroaimants, les mêmes moyens magnétiques 16 fixés pour générer un champ magnétique dans le premier compartiment 12 peuvent également être fixés en double dans une

position symétrique par rapport au plan séparant les deux compartiments 12 et 13 pour générer un champ magnétique dans le second compartiment 13. Ces moyens magnétiques 16 peuvent être activés séparément par une même commande qui génère un champ magnétique dans l'un ou l'autre des 5 compartiments 12 ou 13 selon la position de cette commande. Il est également possible de prévoir des moyens magnétiques générant un champ magnétique variable pour faire varier les températures des fluides caloporeurs qui le traversent.

- 10 Les figures 4 à 7 illustrent schématiquement des variantes de réalisation de l'élément rotatif 15 du dispositif selon l'invention

Dans la forme de réalisation représentée par la figure 4, l'élément rotatif 15 est constitué de plusieurs disques 30 montés coaxialement. Ces disques ont 15 le même diamètre et peuvent être de même épaisseur ou d'épaisseurs différentes. Ils sont soit collés par leurs faces, soit assemblés par n'importe quel moyen approprié. Chaque disque comporte un ensemble de passages traversants 25 qui communiquent avec les passages du ou des disques adjacents pour déboucher sur chaque face de l'élément rotatif 15 ainsi formé. 20 Chaque disque est constitué d'un matériau supraconducteur différent. Le nombre des disques dépend du nombre des matériaux supraconducteurs devant constituer l'élément rotatif 15. Ces matériaux sont définis en fonction de l'application du dispositif 10 de génération du froid et de la chaleur. Pour une application donnée, les matériaux supraconducteurs sont choisis en 25 fonction de leurs températures de Curie. Ces températures correspondent en effet à certains paramètres requis pour atteindre les températures qu'exige l'application. Les matériaux supraconducteurs dont la température de Curie est comprise entre 0°C et -5°C sont par exemple appropriés pour des applications de climatisation, ceux dont la température de Curie est comprise 30 entre 40°C et 70°C, et de préférence les matériaux supraconducteurs dont la température de Curie est d'environ 60°C, sont appropriés pour des applications de chauffage et les matériaux supraconducteurs dont la

température de Curie est comprise entre -10°C et 70°C sont appropriés pour le stockage de l'énergie.

Dans la forme de réalisation représentée par la figure 5, l'élément rotatif 15 est constitué de plusieurs éléments cylindriques creux 40, réalisés chacun en un matériau supraconducteur différent, montés de manière concentrique. Ces éléments cylindriques ont une même hauteur et leurs diamètres intérieurs et extérieurs sont définis de sorte que chaque élément s'imbrique dans l'élément adjacent. Le diamètre extérieur du plus grand élément cylindrique creux 40 constitue le diamètre de l'élément rotatif résultant et le trou à l'intérieur du plus petit élément cylindrique creux correspond à l'alésage par lequel passe l'axe 9 sur lequel est monté l'élément rotatif 15. Les passages traversants 25 sont ménagés dans l'épaisseur de chaque cylindre.

- 15 L'élément rotatif 15, illustré par la figure 6, est constitué de plusieurs secteurs angulaires 50 réalisés chacun en un matériau supraconducteur différent. Ces éléments, d'angles au sommet égaux, ont le même rayon et la même hauteur correspondant au rayon et à la hauteur de l'élément rotatif 15. Chaque secteur 50 comporte des passages traversants 25 qui peuvent être obtenus 20 par exemple par une structure du type quadrillage fin. Des éléments thermiquement isolants 26 peuvent être montés entre les différents secteurs pour mieux isoler la partie de l'élément rotatif 15 subissant le refroidissement de sa partie subissant une élévation de température. Ceci a pour but d'augmenter l'efficacité du dispositif de l'invention en empêchant 25 respectivement les déperditions du froid et de la chaleur générées.

Dans la forme de réalisation illustrée par la figure 7, l'élément rotatif 15 est constitué de cavités 60 remplies de grains 27 constitués en un matériau supraconducteur. Ces cavités peuvent se présenter sous forme de secteurs 30 angulaires séparés par des éléments thermiquement isolants 26. Les passages traversants 25 sont définis par les interstices définis entre les grains 27. Ces interstices communiquent entre eux pour déboucher sur les deux

faces de l'élément rotatif 15. Ces deux faces sont recouvertes par une paroi mince (non représentée) comportant des mailles de dimensions inférieures à celles des grains 27 de plus petite taille. Cette paroi n'est pas nécessaire si les grains 27 sont assemblés par un liant. Les grains 27 peuvent avoir n'importe quelle forme et n'importe quelles dimensions. Leur dimension moyenne est de préférence comprise entre 0,4 mm et 0,9 mm. Ils peuvent être de même taille et de même forme ou de formes et de tailles différentes. Ils peuvent également être constitués en un même matériau supraconducteur ou en des matériaux supraconducteurs différents. Chaque cavité peut contenir des grains de même matériau supraconducteur, les matériaux différant d'une cavité à une autre, ou un mélange de grains de matériaux supraconducteurs différents, les mélanges variant également d'une cavité à une autre.

- 15 Il est bien évident que les disques 30 et les éléments cylindriques creux 40, des formes de réalisation précédemment décrites pourraient également être constitués de cavités remplies de grains 27.

**REVENDICATIONS**

1. Procédé pour générer du froid et de la chaleur par effet magnétique à travers au moins un échangeur de chaleur, caractérisé en ce que l'on fait circuler un premier fluide caloporteur dans un premier circuit (17a), dit circuit chaud, connecté à un premier compartiment (12) d'une enceinte (11) contenant un élément rotatif (15) et un second fluide caloporteur dans un second circuit (17b), dit circuit froid, connecté à un second compartiment (13) de ladite enceinte (11), lesdits compartiments étant juxtaposés et séparés par une cloison (14), ladite enceinte (11) étant associée à des moyens magnétiques (16) pour générer un champ magnétique dans ledit premier compartiment (12), au moins dans la zone correspondant audit élément rotatif (15) et ledit élément rotatif (15) comportant au moins un matériau supraconducteur agencé pour subir une élévation de température lorsqu'il passe dans ledit premier compartiment (12) soumis au champ magnétique et un refroidissement adiabatique lorsqu'il passe dans ledit second compartiment (13) non soumis au champ magnétique, en ce que l'on extrait de la chaleur dudit premier circuit (17a) au moyen d'un premier échangeur de chaleur (18) disposé dans ledit circuit (17a), ledit premier échangeur étant connecté à un circuit d'utilisation de la chaleur (19), et en ce que l'on extrait du froid dudit second circuit (17b) au moyen d'un second échangeur de chaleur (21) disposé dans ledit circuit (17b), ledit second échangeur étant connecté à un circuit d'utilisation du froid (21).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on fait circuler les premier et second fluides caloporteurs en sens inverse dans les compartiments (12, 13) de l'enceinte (11).
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que premier et second fluides caloporteurs sont à l'état liquide ou à l'état gazeux.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on inverse la position des moyens magnétiques (16) par rapport aux compartiments (12, 13) de l'enceinte pour générer indifféremment du froid et de la chaleur dans l'un desdits compartiments.

5

5. Dispositif pour générer du froid et de la chaleur par effet magnétique comportant au moins un échangeur de chaleur, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une enceinte (11) divisée en un premier et un second compartiment (12, 10 13) juxtaposés et séparés par une cloison (14), ladite enceinte (11) contenant un élément rotatif (15) monté transversalement par rapport aux compartiments (12, 13) et tournant autour d'un axe disposé dans le plan de la cloison (14), afin qu'il soit situé simultanément et partiellement dans lesdits premier et second compartiments (12, 13),
- 15 - un premier circuit (17a), dit circuit chaud, connecté audit premier compartiment (12) de ladite enceinte (11) et comprenant un premier échangeur de chaleur (18), dans lequel circule un premier fluide caloporteur, ledit premier échangeur étant connecté à un circuit d'utilisation de la chaleur (19),
- 20 - un second circuit (17b), dit circuit froid, connecté audit second compartiment (13) de ladite enceinte (11) et comprenant un second échangeur de chaleur (21), dans lequel circule un second fluide caloporteur, ledit second échangeur étant connecté à un circuit d'utilisation du froid (22),
- 25 - des moyens magnétiques (16) pour générer un champ magnétique dans ledit premier compartiment (12), au moins dans la zone correspondant audit élément rotatif (15), ledit élément rotatif comportant au moins un matériau supraconducteur agencé pour subir une élévation de température lorsqu'il passe dans le premier compartiment (12) soumis au champ magnétique et un refroidissement adiabatique lorsqu'il passe dans le second compartiment (13) non soumis au champ magnétique.

DEUXIÈME

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens magnétiques (16) comportent des aimants permanents.
7. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens magnétiques (16) comportent des électroaimants.
8. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens magnétiques (16) sont agencés pour générer un champ magnétique variable.
- 10 9. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens magnétiques complémentaires (16a) agencés pour créer un champ magnétique d'isolation isolant le second compartiment (13) du champ magnétique généré par lesdits moyens magnétiques (16).
- 15 10. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens magnétiques (16) sont mobiles, de manière à pouvoir être disposés soit dans une première position ( $P_1$ ) dans laquelle ils génèrent un champ magnétique dans l'un desdits compartiments (12, 13), soit dans une seconde position ( $P_2$ ) dans laquelle ils génèrent un champ magnétique dans l'autre desdits 20 compartiments (12, 13).
11. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdits moyens magnétiques (16) comportent des premiers électroaimants agencés pour créer un champ magnétique dans ledit premier compartiment (12), des 25 seconds électroaimants agencés pour créer un champ magnétique dans ledit second compartiment (13) et des moyens de commande agencés pour activer respectivement les premiers ou les seconds électroaimants.
12. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits premier 30 et second échangeurs de chaleur (18, 21) sont choisis parmi le groupe constitué par les échangeurs de chaleur du type liquide - liquide, liquide - gaz et gaz - gaz.

13. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le premier circuit (17a) comporte une première pompe (19), en ce que le second circuit (17b) comporte une seconde pompe (22) et en ce que ces pompes sont agencées pour faire circuler respectivement les premier et second fluides caloporeurs en sens inverse l'un par rapport à l'autre dans chacun des compartiments (12, 13).
14. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit élément rotatif (15) comporte un ensemble de passages traversants (25), ces passages étant agencés pour permettre la circulation des premier et second fluides caloporeurs dans ledit élément rotatif.
15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que ledit élément rotatif (15) comporte un ensemble de disques (30) empilés, réalisés en des matériaux supraconducteurs différents, chaque disque comportant un ensemble de passages (25) communiquant avec les passages du ou des disques adjacents.
16. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que ledit élément rotatif (15) comporte un ensemble d'éléments cylindriques creux (40) emboîtés, réalisés en matériaux supraconducteurs différents, chaque élément cylindrique (40) comportant un ensemble de passages traversants (25).
17. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que ledit élément rotatif (15) comporte un ensemble de secteurs angulaires (50) emboîtés, réalisés en des matériaux supraconducteurs différents, ces secteurs angulaires (50) étant isolés les un des autres par des éléments thermiquement isolants (26), et chaque secteur angulaire comportant un ensemble de passages traversants (25).

18. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que ledit élément rotatif (15) est constitué d'un seul élément de forme cylindrique réalisé en un matériau supraconducteur unique, ledit élément cylindrique comportant un ensemble-de-passages (25) débouchant sur ses deux faces.

5

19. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que ledit élément rotatif (15) comporte des secteurs angulaires cloisonnés (60) contenant des grains (27) de forme sensiblement sphérique constitués d'au moins un matériau supraconducteur, et en ce que les passages traversants (25) sont 10 définis par des interstices ménagés entre les grains (27).

20. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que lesdits passages traversants (25) sont formés par une structure alvéolaire.

15 21. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que lesdits passages traversants (25) sont formés par des tubes creux disposés selon l'axe de l'élément rotatif (15).

22. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que lesdits 20 passages traversants (25) sont formés par une structure poreuse dont la porosité est connectée et ouverte.

## Abrégé

Le dispositif (10) pour générer en continu du froid et de la chaleur par comporte une enceinte (11) divisée en deux compartiments (12, 13) juxtaposés et séparés par une cloison (14), l'enceinte (11) contenant un élément rotatif (15) en au moins un matériau supraconducteur et pourvu de passages traversants (25), situé simultanément et partiellement dans les compartiments (12, 13), un premier circuit (17a), connecté au compartiment (12) et comprenant un échangeur de chaleur (18), dans lequel circule un premier fluide caloporteur, l'échangeur (18) étant connecté à un circuit d'utilisation de la chaleur (19), et un second circuit (17b) connecté au compartiment (13) et comprenant un échangeur de chaleur (21), dans lequel circule un second fluide caloporteur, l'échangeur (21) étant connecté à un circuit d'utilisation du froid (22). L'enceinte (11) est associée à des moyens magnétiques (16) pour générer un champ magnétique dans la zone du compartiment (12) où est situé l'élément rotatif (15). Lorsque celui-ci est mis en rotation, sa partie située dans le premier compartiment (12) se magnétise en subissant une élévation de température adiabatique. En passant dans le second compartiment (13), cette partie se démagnétise en subissant un refroidissement adiabatique. La chaleur et le froid ainsi générés sont transmis par les fluides caloporteurs respectivement aux circuits d'utilisation de chaleur (19) et de froid (22) en vue de leur récupération pour une utilisation ultérieure.

(Figure 1)

114

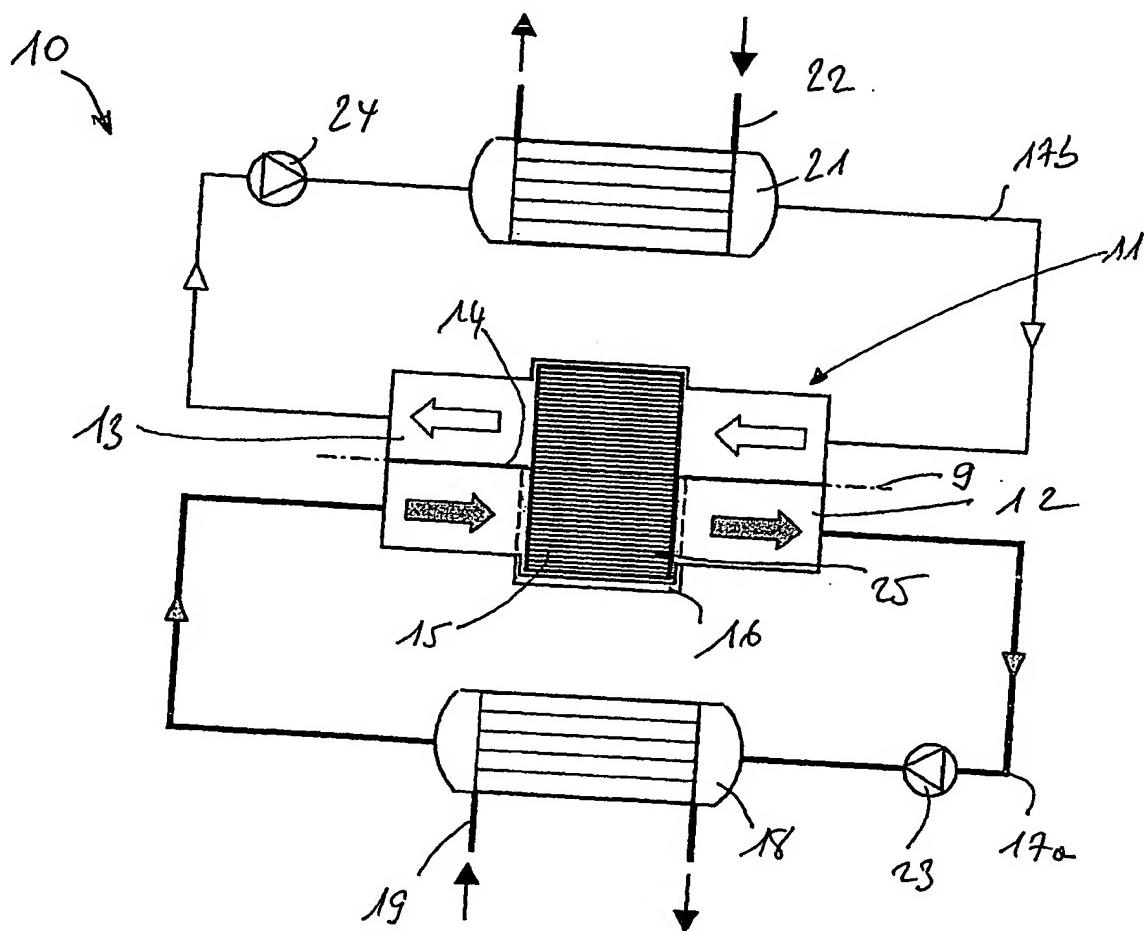


Fig. 1

214

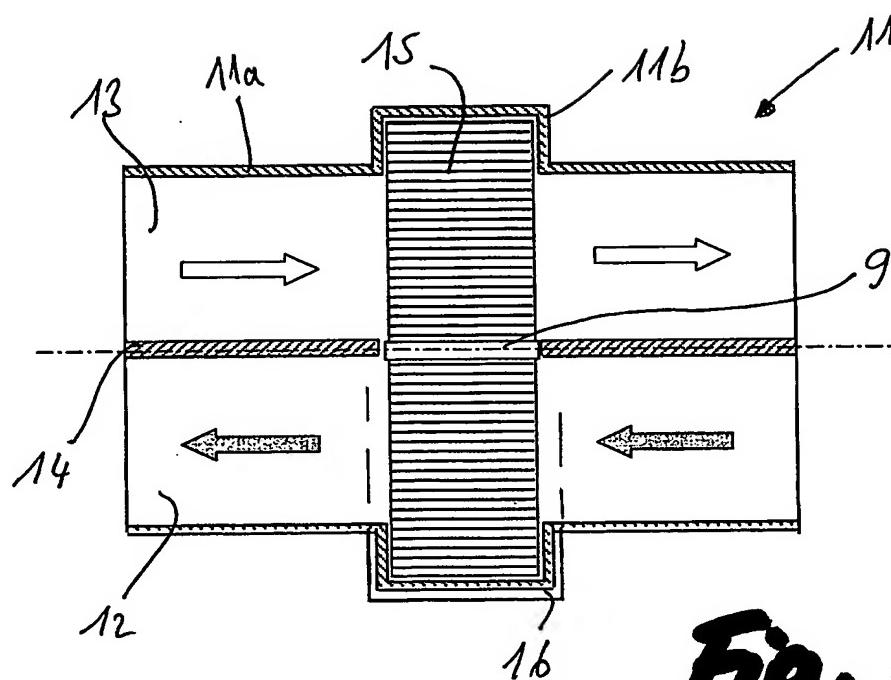


Fig. 2A

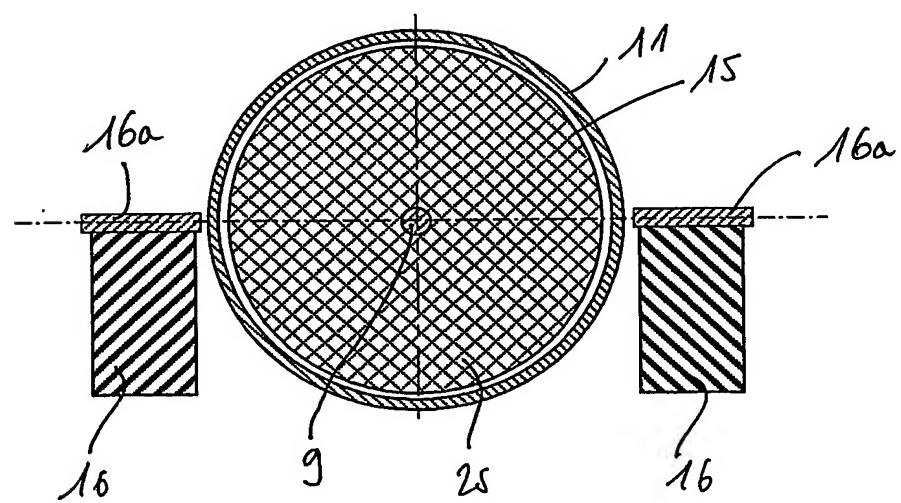


Fig. 2B

Unverständliches Exemplar  
Exemplar ohne Verständnis  
Gesamtverständnis

3/4

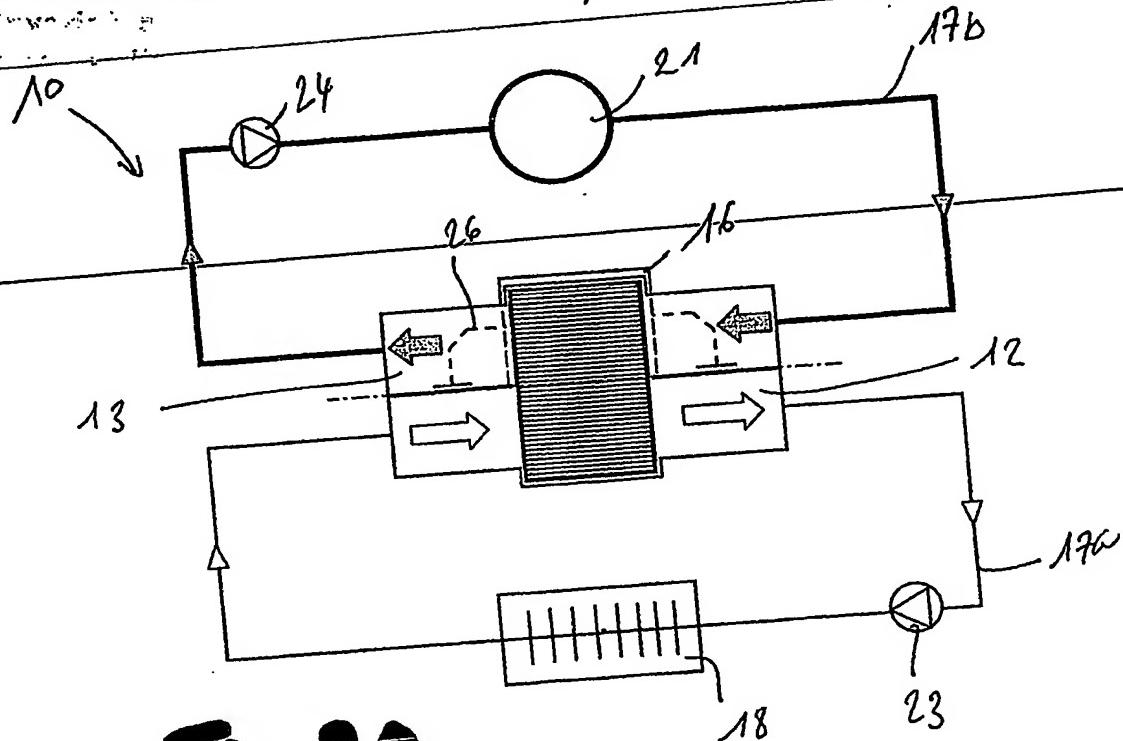


Fig. 3A

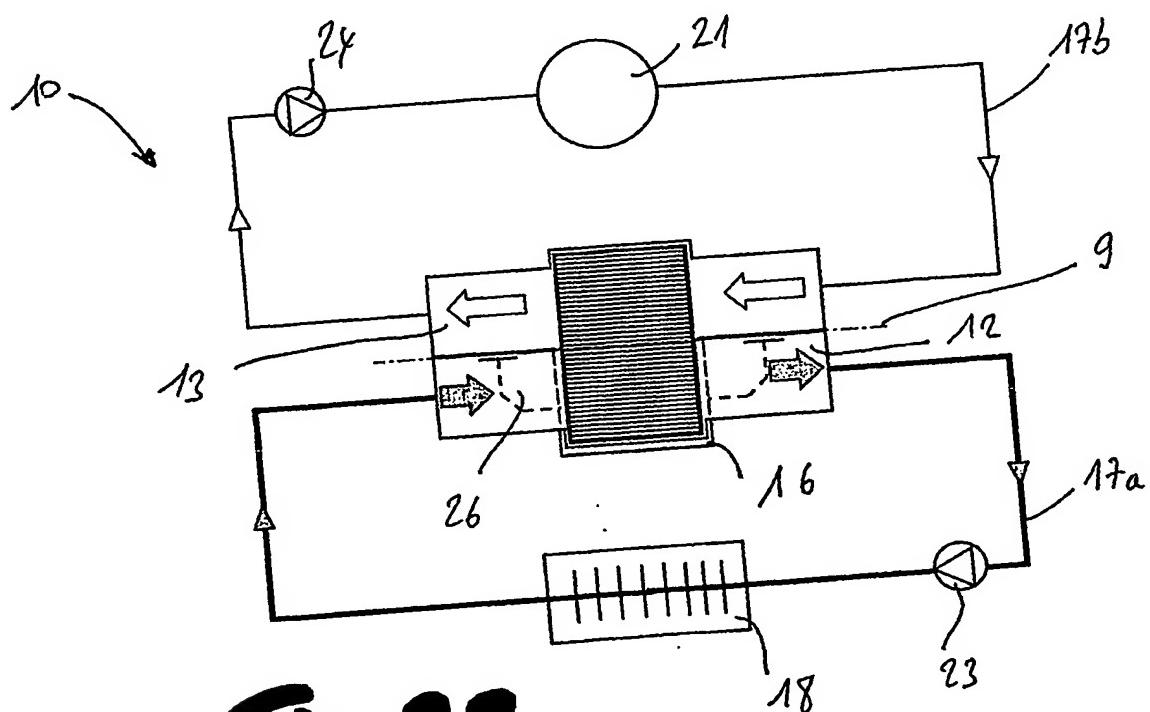


Fig. 3B

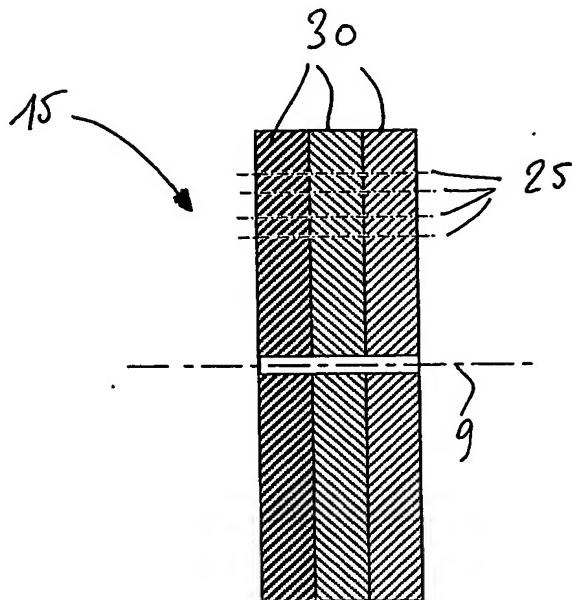


Fig. 4

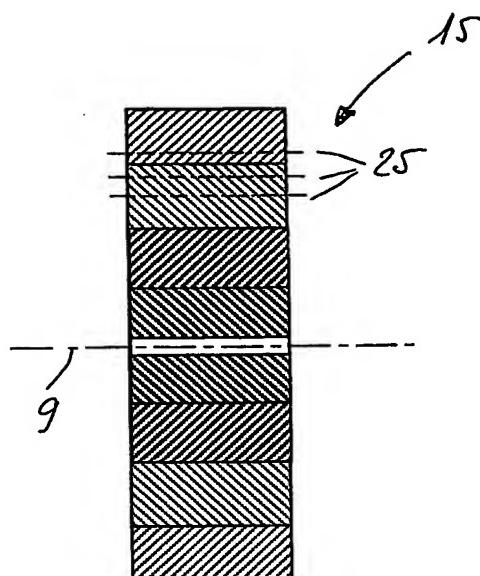


Fig. 5

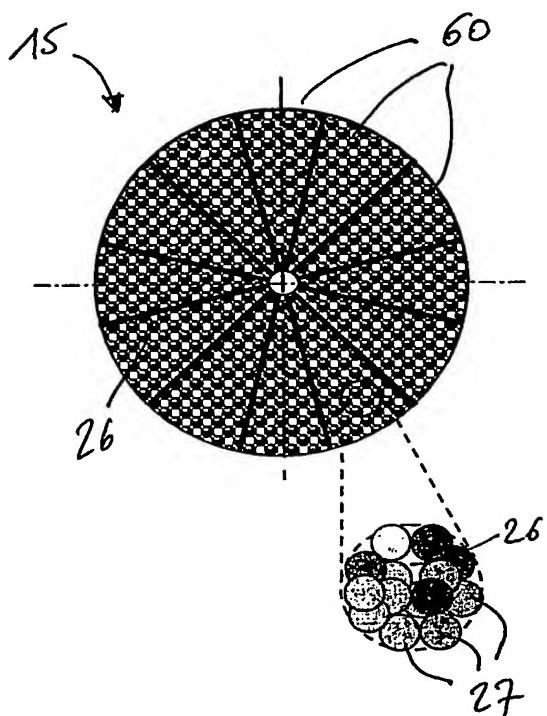


Fig. 2

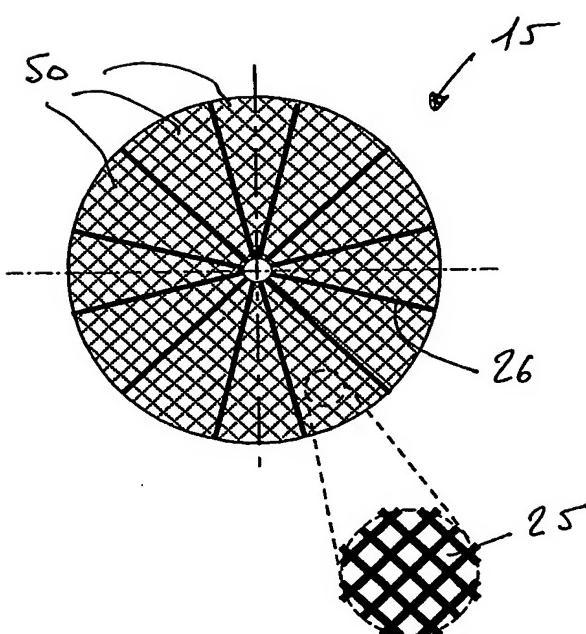


Fig. 3

PCT Application

**CH0300839**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**